



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 49 737 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
G 02 B 27/22

⑦① Aktenzeichen: 100 49 737.3
⑦② Anmeldetag: 29. 9. 2000
⑦③ Offenlegungstag: 11. 4. 2002

DE 100 49 737 A 1

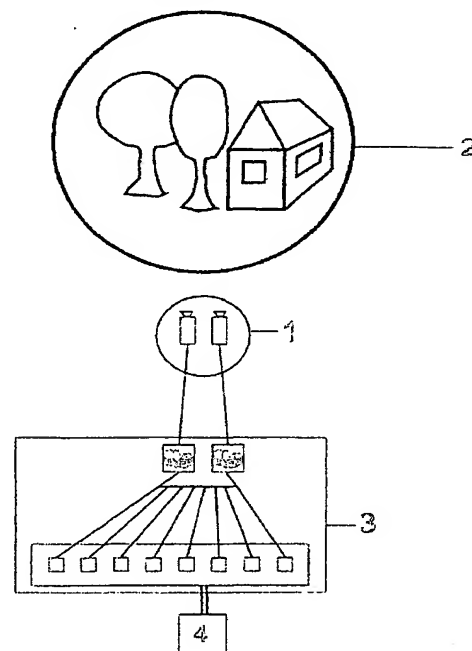
⑦① Anmelder:
4D-Vision GmbH, 07749 Jena, DE

⑦② Erfinder:
Zimmermann, Maik, 07747 Jena, DE; Klippstein,
Markus, Dipl.-Phys., 07745 Jena, DE; Grasnick,
Armin, Dipl.-Ing. (FH), 07743 Jena, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ **Vorrichtung zur Aufnahme von räumlichen Bildern in Mehreren Ansichten**

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Aufnahme von räumlichen Bildern in mehreren Ansichten, d. h. auf eine sogenannte 3-D-Kamera, umfassend eine Stereobildkamera (1) zur gleichzeitigen oder zeitlich multiplexen Aufzeichnung zweier Ansichten eines Objektes bzw. einer Szenerie (2), d. h. eines "Stereobildpaares", eine Recheneinrichtung (3), die zur Berechnung weiterer Ansichten des Objektes bzw. der Szenerie (2) auf dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar ausgelegt ist, sowie Mittel (4) zur Bereitstellung aller Ansichten A_k ($k = 1 \dots n$), d. h. des Stereobildpaares und der ermittelten weiteren Ansichten, für die weitere Verwendung. Mit verfügbaren Komponenten kann die Vorrichtung preiswert umgesetzt werden und zur Erstellung von ganzen Filmen in gleichzeitig mehreren Ansichten dienen.



DE 100 49 737 A 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Aufnahme von räumlichen Bildern in mehreren Ansichten, d. h. auf eine sogenannte 3D-Kamera.

[0002] Im Stand der Technik sind vielerlei Anordnungen und Verfahren zur Aufzeichnung mehrerer Ansichten einer räumlichen Szenerie bzw. eines Objektes bekannt. Die Aufzeichnung geschieht in der Regel in Abhängigkeit von einer mithin später beabsichtigten räumlichen Darstellung. Daraus folgt insbesondere, daß bei einer Darstellung mit einem Stereobildpaar, d. h. mit einem sogenannten Zweikanalverfahren, lediglich zwei Bilder aufzuzeichnen sind. Sollen hingegen viele, z. B. acht, Ansichten für eine spätere Darstellung zu Grunde gelegt werden, müssen i. d. R. auch acht komplette Aufnahmen gemacht werden. Es ist hierbei eine besondere Schwierigkeit, beispielsweise 8 Kameras derart in allen ihren Parametern zu synchronisieren, daß die Bilder hernach sofort für eine uneingeschränkte und korrekte räumliche Darstellung verwendbar sind.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher die Beschreibung einer Vorrichtung zur Aufnahme von räumlichen Bildern in mehreren Ansichten, die mit geringem apparativen Aufwand auskommt und überdies in der Lage ist, möglichst viele Ansichten aufzuzeichnen.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung zur Aufnahme von räumlichen Bildern in mehreren Ansichten, umfassend

- eine Stereobildkamera (1) zur gleichzeitigen oder zeitlich multiplexten Aufzeichnung zweier Ansichten eines Objektes bzw. einer Szenerie (2), d. h. eines "Stereobildpaares",

- eine Recheneinrichtung (3), die zur Berechnung weiterer Ansichten des Objektes bzw. der Szenerie (2) aus dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar ausgelegt ist, sowie

- Mittel (4) zur Bereitstellung aller Ansichten A_k ($k = 1 \dots n$), d. h. des Stereobildpaares und der ermittelten weiteren Ansichten, für die weitere Verwendung.

[0005] Beispielsweise kann die Stereobildkamera (1) aus zwei einzelnen, von der Recheneinrichtung (3) gleichzeitig aber separat ansteuerbaren Kameras gebildet sein.

[0006] Es ist jedoch auch denkbar, daß die Stereobildkamera (1) aus einer einzelnen Kamera gebildet ist, wobei die Kamera mittels eines optischen Vorsatzes zeitlich versetzt Bilder aus unterschiedlichen Aufnahmepositionen erfaßt.

[0007] Jede andere Form einer bekannten Stereobildkamera kann überdies zum Einsatz kommen. Die Recheneinrichtung (3) ist zur Berechnung weiterer Ansichten des Objektes bzw. der Szenerie (2) aus dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar auf der Basis von hardwaremäßig implementierten fotogrammetrischen Verfahren ausgelegt.

[0008] Zur Erzielung von beispielhaft insgesamt 8, 24 oder 40 Ansichten müssen hierzu vorzugsweise 6, 22 oder 38 weitere Ansichten errechnet werden.

[0009] Fotogrammetrische Verfahren sind im Stand der Technik bekannt und bedürfen hier keiner weiteren Erläuterung.

[0010] Alternativ kann die Recheneinrichtung (3) zur Berechnung weiterer Ansichten des Objektes bzw. der Szenerie (2) aus dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar auf der Basis hardwaremäßig implementierter Morphing-Verfahren ausgelegt sein.

[0011] Morphing-Verfahren sind im Stand der Technik bekannt und bedürfen hier keiner weiteren Erläuterung.

[0012] Mit "hardwaremäßiger Implementierung" sei in den vorstehenden Erläuterungen ein Steuerprogramm bezeichnet, das in der Recheneinrichtung (3) abgespeichert ist und die Recheneinrichtung (3) derart steuert, daß diese mit den gegebenen Rohdaten die entsprechenden Verfahrensschritte ausführt.

[0013] In einer wiederum alternativen Ausführung kann die Recheneinrichtung (3) aus dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar die Disparität zwischen beiden Einzelbildern des Stereobildpaares ermitteln und auf Grund dieser Disparitäts-Information weitere Ansichten des Objektes bzw. der Szenerie (2) errechnen. Verfahren zur Ermittlung der Disparität zwischen korrespondierenden Einzelbildern bzw. zur Erzeugung mehrerer Ansichten auf Basis einer Ansicht und der zugehörigen Disparitäts-Information sind im Stand der Technik bekannt und bedürfen hier keiner weiteren Erläuterung.

[0014] Auch weitere hardwaremäßig implementierte Verfahren, die mittelbar und oder unmittelbar zum Ziel haben, aus einem Stereobildpaar weitere Ansichten zu generieren, können zur Steuerung der Recheneinrichtung hardwaremäßig implementiert werden und sind im Umfang der Erfindung mit einbegriffen. Hierzu zählen insbesondere auch im Stand der Technik bekannte Verfahren, die auf Basis eines Stereobildpaares eine räumliche Szene rekonstruieren und hernach beispielsweise durch eine Orthogonalprojektion die einzelnen Ansichten erzeugt.

[0015] In einer besonderen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung errechnet die Recheneinrichtung (3) zusätzlich zu den vorstehend beschriebenen Berechnungsschritten aus einer der Ansichten des Stereobildpaares z. B. der linken - auf Basis einer Umwandlung von zweidimensionalen Bildern in zweidimensionale Bilder mit Tiefeninformation die zu dieser einen Ansicht des Stereobildpaares zugehörige Tiefeninformation. Hier von ausgehend können wiederum äquivalente Bilder zu den weiteren Ansichten ermittelt werden. Vorzugsweise vergleicht die Recheneinrichtung (3) der Reihe nach die sich aus den oben beschriebenen Berechnungsschritten ergebenden weiteren Ansichten mit den aus der Ansicht des Stereobildpaares mit der zugehörigen Tiefeninformation resultierenden weiteren Ansichten. Im Falle von Differenzen werden die durch die Mittel (4) bereitgestellten weiteren Ansichten an Hand der aus der Ansicht des Stereobildpaares mit der zugehörigen Tiefeninformation resultierenden weiteren Ansichten korrigiert.

[0016] Für die Erfindung ist es im übrigen nicht von Belang, ob die errechneten weiteren Ansichten ihrem Bildinhalt entsprechend zwischen den zwei Ansichten eines Stereobildpaares (einer Interpolation entsprechend) oder außerhalb der zwei Ansichten eines Stereobildpaares (einer Extrapolation entsprechend) anzuordnen sind.

[0017] Die Mittel (4) umfassen vorzugsweise ein Speichermedium, auf dem alle Ansichten abgespeichert werden.

[0018] Selbstverständlich können mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung die beschriebenen Berechnungen zyklisch aufeinanderfolgend für eine Vielzahl von Stereobildpaaren ausgeführt werden, wodurch ein Film in mehreren Ansichten erzeugt wird.

[0019] Die Erfindung wird im folgenden an Hand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0020] Die zugehörige Zeichnung zeigt in

[0021] Fig. 1 eine Prinzipskizze zur Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0022] Eine beispielhafte Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Aufnahme von räumlichen Bildern in mehreren Ansichten umfaßt

- eine Stereobildkamera (1) zur gleichzeitigen Aufzeichnung zweier Ansichten eines Objektes bzw. einer Szenerie (2), d. h. eines "Stereobildpaares",
- eine Recheneinrichtung (3), die zur Berechnung weiterer Ansichten des Objektes bzw. der Szenerie (2) aus dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar ausgelegt ist, sowie
- Mittel (4) zur Bereitstellung aller Ansichten A_k ($k = 1 \dots n$), d. h. des Stereobildpaares und der ermittelten weiteren Ansichten, für die weitere Verwendung.

[0023] Vorzugsweise ist die Stereobildkamera (1) aus zwei einzelnen, von der Recheneinrichtung (3) gleichzeitig aber separat ansteuerbaren Kameras gebildet, wie in Fig. 1 gezeigt.

[0024] Alternativ ist es jedoch auch denkbar, daß die Stereobildkamera (1) aus einer einzelnen Kamera gebildet ist, wobei die Kamera mittels eines optischen Vorsatzes zeitlich versetzt Bilder aus unterschiedlichen Aufnahmepositionen erfaßt. Ein solches System mit Namen "Nu View" bietet z. B. die Firma 3-D Video Inc. (USA) an.

[0025] Die Recheneinrichtung (3) ist bevorzugt zur Berechnung weiterer Ansichten des Objektes bzw. der Szenerie (2) aus dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar auf der Basis hardwaremäßig implementierter Morphing-Verfahren ausgelegt.

[0026] Morphing-Verfahren sind im Stand der Technik bekannt und bedürfen hier keiner weiteren Erläuterung. Mit "hardwaremäßiger Implementierung" sei in den vorstehenden Erläuterungen ein Steuerprogramm bezeichnet, das in der Recheneinrichtung (3) abgespeichert ist und die Recheneinrichtung (3) derart steuert, daß diese mit den gegebenen Rohdaten die entsprechenden Verfahrensschritte ausübt.

[0027] In einer alternativen Ausführung kann die Recheneinrichtung (3) aus dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar die Disparität zwischen beiden Einzelbildern des Stereobildpaares ermitteln und auf Grund dieser Disparitäts-Information weitere Ansichten des Objektes bzw. der Szenerie (2) errechnen. Verfahren zur Ermittlung der Disparität zwischen korrespondierenden Einzelbildern bzw. zur Erzeugung mehrerer Ansichten auf Basis einer Ansicht und der zugehörigen Disparitäts-Information sind im Stand der Technik bekannt und bedürfen hier keiner weiteren expliziten Erläuterung.

[0028] Ein beispielhafter Artikel, der sich mit diesem Thema beschäftigt, lautet "How to "hear" visual disparities: real-time stereoscopic spatial depth analysis using temporal resonance" von den Autoren B. Porr, A. Cozzi und F. Wörgötter.

[0029] In einer besonderen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung errechnet die Recheneinrichtung (3) zusätzlich zu den vorstehend beschriebenen Berechnungsschritten aus einer der Ansichten des Stereobildpaares – z. B. der linken – auf Basis einer Umwandlung von zweidimensionalen Bildern in zweidimensionale Bilder mit Tiefeninformation die zu dieser einen Ansicht des Stereobildpaares zugehörige Tiefeninformation; entsprechende Verfahren sind z. B. in WO 972400 und WO 9930280 beschrieben. Hiervon ausgehend können wiederum äquivalente Bilder zu den weiteren Ansichten ermittelt werden. Vorzugsweise vergleicht die Recheneinrichtung (3) der Reihe nach die sich aus den oben beschriebenen Berechnungsschritten ergebenden weiteren Ansichten mit den aus der Ansicht des Stereobildpaares mit der zugehörigen Tiefeninformation resultierenden weiteren Ansichten. Im Falle von Differenzen werden die durch die Mittel (4) bereitgestellten weiteren Ansichten an Hand der aus der Ansicht des Stereobildpaares mit der zugehörigen Tiefeninformation resultierenden wei-

teren Ansichten korrigiert.

[0030] Für die Erfindung ist es im übrigen nicht von Belang, ob die errechneten weiteren Ansichten ihrem Bildinhalt entsprechend zwischen den zwei Ansichten eines Stereobildpaares (einer Interpolation entsprechend) oder außerhalb der zwei Ansichten eines Stereobildpaares (einer Extrapolation entsprechend) anzuordnen sind.

[0031] Die Mittel (4) umfassen vorzugsweise ein Speichermedium, auf dem alle Ansichten zur weiteren Verwendung abgespeichert werden.

[0032] Selbstverständlich können mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung die beschriebenen Berechnungen zyklisch aufeinanderfolgend für eine Vielzahl von Stereobildpaaren ausgeführt werden, wodurch ein Film in mehreren Ansichten erzeugt wird.

[0033] Die erfindungsgemäße Vorrichtung bietet ein preiswertes und mit bekannten Komponenten zu verwirklichendes Mittel, um mehrere Ansichten eines Objektes bzw. einer Szenerie aufzuzeichnen.

[0034] Je nach Ausbildung der Recheneinrichtung können sogar Echtzeitaufnahmen in vielen, z. B. acht, Ansichten erzeugt werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Stereobildkamera
- 2 aufzunehmendes Objekt bzw. aufzunehmende Szenerie
- 3 Recheneinrichtung
- 4 Mittel zur Bereitstellung von Ansichten

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Aufnahme von räumlichen Bildern in mehreren Ansichten, umfassend eine Stereobildkamera (1) zur gleichzeitigen oder zeitlich multiplexten Aufzeichnung zweier Ansichten eines Objektes bzw. einer Szenerie (2), d. h. eines "Stereobildpaares", eine Recheneinrichtung (3), die zur Berechnung weiterer Ansichten des Objektes bzw. der Szenerie (2) aus dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar ausgelegt ist, sowie Mittel (4) zur Bereitstellung aller Ansichten A_k ($k = 1 \dots n$), d. h. des Stereobildpaares und der ermittelten weiteren Ansichten, für die weitere Verwendung.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stereobildkamera (1) aus zwei einzelnen, von der Recheneinrichtung (3) gleichzeitig aber separat ansteuerbaren Kameras gebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stereobildkamera (1) aus einer einzelnen Kamera gebildet ist, wobei die Kamera mittels eines optischen Vorsatzes zeitlich versetzt Bilder aus unterschiedlichen Aufnahmepositionen erfaßt.
4. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinrichtung (3) zur Berechnung weiterer Ansichten – vorzugsweise 6, 22 oder 38 an der Zahl – des Objektes bzw. der Szenerie (2) aus dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar auf der Basis von hardwaremäßig implementierten fotogrammetrischen Verfahren ausgelegt ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinrichtung (3) zur Berechnung weiterer Ansichten – vorzugsweise 6, 22 oder 38 an der Zahl – des Objektes bzw. der Szenerie (2) aus dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar auf der Basis hardwaremäßig im-

plementierten Morphing-Verfahren ausgelegt ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinrichtung (3) aus dem von der Stereobildkamera aufgezeichneten Stereobildpaar die Disparität zwischen beiden Einzel- 5
bildern des Stereobildpaares ermittelt und auf Grund dieser Disparitäts-Information weitere Ansichten vorzugsweise 6, 22 oder 38 an der Zahl - des Objektes bzw. der Szenerie (2) berechnet.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4-6, da- 10
durch gekennzeichnet, daß die Recheneinrichtung (3) aus einer der Ansichten des Stereobildpaares auf Basis einer Umwandlung von zweidimensionalen Bildern in zweidimensionale Bilder mit Tiefeninformation die zu 15
dieser einen Ansicht des Stereobildpaares zugehörige Tiefeninformation errechnet und die nach Anspruch 4-6 errechneten weiteren Ansichten mit solchen, die entsprechend aus der einen Ansicht des Stereobildpaares mit Tiefeninformation ermittelt wurden, vergleicht, 20
und im Falle von Differenzen korrigiert.

8. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (4) ein Speichermedium umfassen, auf dem alle Ansichten ab-
gespeichert werden.

9. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, 25
dadurch gekennzeichnet, daß die Errechnung weiterer Ansichten zyklisch für eine Vielzahl von Stereobildpaaren ausgeführt wird, wodurch ein Film in mehreren Ansichten erzeugt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

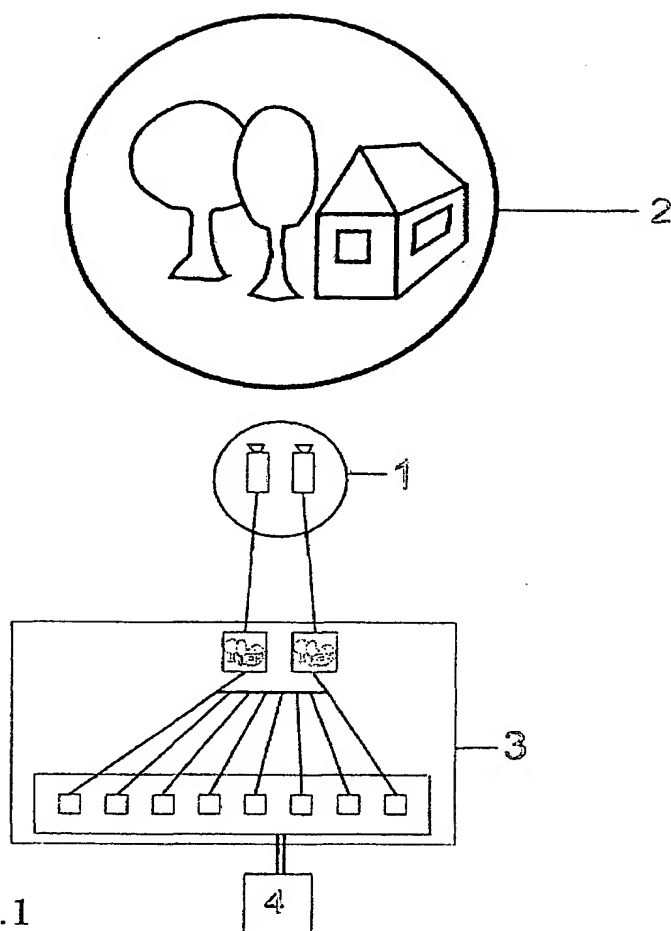


Fig.1